

DOI [https://doi.org/10.15589/znp2019.2\(476\).1](https://doi.org/10.15589/znp2019.2(476).1)  
УДК 621:791:927.55

## SHIP SECURITY WHEN SWIMMING NEAR THE STORM CENTER

### ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ СУДНА ПІД ЧАС ПЛАВАННЯ ПОБЛИЗУ ЦЕНТРУ ШТОРМІВ

**Oleh Yu. Nesterov**  
kafnavigation@ami.edu.ua  
ORCID: 0000-0003-3095-7746

**Serhii P. Yatsenko**  
kafnavigation@ami.edu.ua  
ORCID: 0000-0001-8581-7631

**О. Ю. Нестеров,**  
канд. техн. наук, доцент

**С. П. Яценко,**  
ст. викладач, капітан далекого  
плавання

*Azov Maritime Institute of the National University "Odessa Maritime Academy", Mariupol*  
*Азовський морський інститут Національного університету «Одеська морська академія», м. Маріуполь*

**Abstract.** The purpose of this article is to study the features of navigation of seagoing vessels in the immediate vicinity of the storm center and to study the basic characteristics of vessel buoyancy and immersion in extreme conditions. When sailing a ship in stormy conditions, it is necessary to strive to reduce the impact of wind waves on the hull, fill the deck, as well as eliminate the resonant onboard and pitching. Timely and accurate calculation ensures the safe exit of the ship from a difficult stormy environment. Methods of managing a ship in a storm depend on the type of ship, its loading status, the force and direction of wind and excitement. The shipowner has to make a decision after the calculation: to go against the wind and excitement, to go to the harbor or to drift. This article discusses buoyancy and non-sinking indicators as criteria for a ship's readiness for extreme sailing conditions near the center of a storm. Practical recommendations are given to improve the buoyancy and immersion properties of a ship when sailing near the center of a storm. In this case, the buoyancy margin is structurally provided by providing the vessel with the proper height of the freeboard and its water tightness. Any impenetrability violation reduces the buoyancy margin and can have catastrophic consequences. Active stabilization of pitching, as well as dynamic impact on landing, roll and trim with the use of fins and automatically controlled rudders and motors are fundamentally possible, provided that the hull shape and architecture of the superstructures will provide a passive reduction in the intensity of the force interaction of the hull with sea waves. In addition, it should be remembered that even open doors on the upper deck or open portholes can dramatically reduce the buoyancy margin. The captain should prepare the ship and crew in advance in extreme conditions, first of all, to pay due attention to the main deck from the tank and to the stern. Particular care should be taken when sailing in shallow depths where the draft may increase to the height of the ship's side. In this case, the course of the vessel must be in an area with sufficient depth of storage under the keel to avoid contact with the ground.

**Key words:** safety; storm sailing; dive line; emergency waterline; storm center.

**Анотація.** Метою статті є вивчення особливостей плавання морських суден безпосередньо поблизу центру штормів і вивчення основних характеристик живучості судна плавучості і непотоплюваності в екстремальних умовах. Під час плавання судна в штормових умовах необхідно прагнути до зменшення ударів вітрових хвиль по корпусу, заливки палуби, а також виключення резонансної бортової і кільової хитаючи. Своєчасний і правильний розрахунок забезпечує безпечний вихід судна із складної штормової обстановки. Методи управління судном в шторм залежать від типу судна, стану його завантаження, сили і напрямку вітру і хвилювання. Судноводій повинен після розрахунків прийняти рішення: йти проти вітру і хвилювання, зайти в порт-притулок або дрейфувати. У цій статті розглянуті показники плавучості і непотоплюваності як критерії готовності судна до екстремальних умов плавання поблизу центру штормів, даються практичні рекомендації з поліпшення властивостей плавучості і непотоплюваності судна під час плавання поблизу центру штормів. При цьому запас плавучості конструктивно забезпечується наданням судну належної висоти надводного борту і його водонепроникності. Всяке порушення непроникності знижує запас плавучості і може викликати катастрофічні наслідки. Активна стабілізація хитаючи, а також динамічний вплив на посадку, крен і диферент судна з використанням плавникових заспокоювачів і автоматично керованого керма і рушіїв принципово можливі за умови, що форма корпусу і архітектура надбудов забезпечать пасивне зниження інтенсивності силової взаємодії корпусу з морським хвилюванням. Крім того, слід враховувати, що навіть незадрасні двері на верхній палубі або відкриті ілюмінатори можуть різко зменшити запас плавучості. Капітанові слід завчасно підготувати судно і екіпаж до плавання в екстремальних умовах, передусім приділити належну увагу головній палубі від бака і до корми. Особливу увагу слід приділити під час плавання в районі малих глибин, коли осідання судна може збільшуватися до висоти борту судна. В цьому випадку курс судна повинен проходити в районі з достатнім запасом глибин під кілем, щоб уникнути торкання ґрунту.

**Ключові слова:** безпека, штормове плавання, гранична лінія занурення, аварійна ватерлінія, центр штормів.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Нині абсолютна більшість аварій судів відбуваються в умовах штормового плавання. Як приклад можна привести такі великі морські катастрофи, як загибель платформи «Кольська», така, що забрала життя 57 чоловік, зникнення з усім екіпажем траулера «Аметист» і суховантажу «Капітан Усков», а також багато інших. Це говорить про те, що питання безпеки штормового плавання і збереження морехідних якостей судів в умовах шторму залишаються надзвичайно актуальними [1]. Основним завданням торгового флоту є доставка вантажів з порту вантаження в порт вивантаження в належній якості, кількості і повному збереженні. Для виконання цього завдання мають бути прийняті з боку екіпажа усі необхідні заходи, щоб забезпечити вищезгадане завдання, використовуючи повною мірою свої знання і практичний досвід.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЯГНЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вирішення проблеми виживаності судна в умовах штормового плавання описується в роботах [2; 3]. Як метод пропонується розробка нових видів інформації, необхідних судноводієві, що дозволить вирішувати завдання безпеки штормового плавання на базі сучасних навігаційних приладів і технологій відображення інформації про шторм, що використовуються на судах. Особливо важливою ця інформація може опинитися під час планування переходу в умовах майбутнього шторму. Під час планування рейсу повинна враховуватися гідрометеорологічна інформація у вигляді прогнозів, щоб визначати стан морської поверхні, напрям і силу вітру, а також висоту і напрям хвилювання. Окрім цього, на етапі виконання плану у разі отримання несприятливого прогнозу погоди план повинен коригуватися, щоб забезпечити безпеку судна, вантажу і екіпажу. Прогноз погоди може бути отриманий з різних джерел. По всьому світу розташовані національні гідрометеорологічні обсерваторії, які ведуть спостереження і роблять прогнози, крім того, багато суден беруть участь у добровільних системах метеоспостереження. Є також приватні служби (наприклад, Applied Weather Technology Inc.), що передають детальну гідрометеорологічну інформацію на судно. Прогнози можуть бути передані на судно у вигляді факсимільних карт, повідомлень NAVTEX або іншим шляхом.

Отримані гідрометеорологічні дані можуть бути прокладені на карті вручну або автоматично – за допомогою електронних картографічних навігаційних систем (ЭКНИС). Нині все більше судів обладналися ЭКНИС, а відповідно до резолюції Комітету з безпеки на морі ІМО MSC.282(86) «Поправки до Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі, 1974 г». до 2018 р. ЭКНИС будуть зобов'язані мати

на борту усі судна. Використання ЭКНИС для планування і виконання переходу спрощує і прискорює обробку інформації, знижує вплив людського чинника, а інтеграція з іншими інструментами дає можливість мати усю необхідну інформацію на одному дисплеї і можливість ефективнішого контролю за потоками інформації, що проходять.

У роботі [4] визначений вплив хвилювання Чорноморського басейну на хитавицю судів різних архітектурно-конструктивних типів. Модуль Motion Design дозволяє розрахувати характеристики хитавиці за допомогою двох методів – лінійної теорії плоских перерізів і панельного методу.

## МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою цієї статті є вивчення особливостей плавання морських суден безпосередньо поблизу центру штормів і вивчення основних характеристик живучості судна плавучості і непотоплюваності в екстремальних умовах.

## ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Для того щоб забезпечити збереження екіпажа, судна і вантажу, необхідно завчасно підготувати судно до екстремальних умов плавання. Основний показник безпеки – це плавучість і непотоплюваність. Як відомо, кожне судно повинне мати запас плавучості, що забезпечує його непотоплюваність. Запас плавучості характеризується величиною непроникного для води об'єму корпусу судна, розташованого вище діючої ватерлінії. Іншими словами, запасом плавучості вважається та кількість додаткового вантажу або води, яка може прийняти судно до повної втрати плавучості. Запас плавучості прямопропорційно залежить від висоти мінімального надводного борту судна: чим вона більша, тим більше запас плавучості. Мінімальний надводний борт – ця відстань від діючої ватерлінії до палубної лінії, верхня кромка якої проходить по рівню верхньої кромки палубного листа.

На підставі вищевикладеного виникає питання, яка лінія є граничною лінією занурення судна, яка гарантує, щоб судно залишалося на плаву.

Під час розрахунків морехідних якостей судна є таке визначення, як гранична лінія занурення. Судно вважається непотоплюваним, якщо під час затоплення відсіку (відсіків) аварійна ватерлінія не височіє над граничною лінією занурення.

Гранична лінія занурення – це лінія, нанесена на правому і лівому борту судна на відстані 76 мм нижче і паралельно палубній лінії. Впродовж рейсу судно вимушене слідувати через різні кліматичні зони, потрапляти в різні погодні умови.

На особливу увагу заслуговує плавання в штормових умовах, коли судно слідує в районі дії тропічних штормів, циклонів і тайфунів.

Як відомо, зона дії тропічних штормів досягає 700–1000 миль і більше, тому капітан судна завчасно

розраховує розбіжність з штормом (центром циклону, тайфуну), але уникнути негоди практично неможливо, тому доводиться штормувати.

У такому разі капітан повинен розрахувати безпечний курс судна відповідно до правил розбіжності з циклонами, тайфунами.

На жаль, виникають ситуації, за яких уникнути зустрічі з центром циклону неможливо. Район плавання не дозволяє змінити курс судна для безпечної розбіжності з центром циклону. Судно вимушене штормувати поблизу центру циклону і навіть потрапляти в його центр.

Для того щоб повністю зрозуміти, як на судно впливають екстремальні сили природи – сильний вітер, високі хвилі, був розглянутий рейс з порту Мурманськ в порт Дюнкерк (Франція).

Судно – балкер «Панамакс»;

- дедвейт – 74 333 т;
- довжина – 235 м;
- ширина 32 м;
- осідання в повному вантажу – 14 м;
- висота надводного борту – близько 6.0 м;
- вантаж – вугілля, близько 60 000 мт.

21.03.2011 після закінчення вантаження вийшли з порту Мурманськ.

Прогноз погоди: у районі Гренландії рухається циклон на NW у бік Норвезького моря зі швидкістю близько 20–25 вузлів, з силою вітру близько 35–40 м/сек, у радіусі 50–100 миль.

23 березня 2011 року зустрілися з циклоном до NW від Норвегії.

Розійтися з циклоном на безпечній відстані не було можливості, оскільки йти на північ загрожувало зустрічі з льодами Північно-Льодовитого океану, а на півдні – узбережжі Норвегії з порізаною береговою лінією, зустріч з циклоном була неминуча. За добу судно було належним чином підготовлене до штормовання у важких погодних умовах, що надалі дозволило уникнути серйозних ушкоджень конструкцій корпусу судна і палубних механізмів. На підході до циклону сила вітру складала поривами до 50 м/сек. Висота вітрової хвилі доходила 5–6 м, висота брижів від NW – близько 10–15 м.

У цих умовах основним завданням капітана і екіпажу було – утримати судно на безпечному курсі, утримуючи курсовий кут на хвилю і брижі близько 30–50 градусів, і не дозволити розгорнутися судну лагом до хвилі або вийти на хвилю.

У першому випадку судно могло або узяти на себе велику кількість води і як наслідок зруйнувати корпус судна, або отримати значний крен і перекинутися (рис. 1).

У другому випадку можна отримати сильний удар зустрічної хвилі в носову частину судна, що може привести до ушкодження палубних механізмів, люкового закриття і як наслідок – до розгерметизації, затоплення службових, вантажних приміщень. Або ж корпус судна може потрапити на один або два

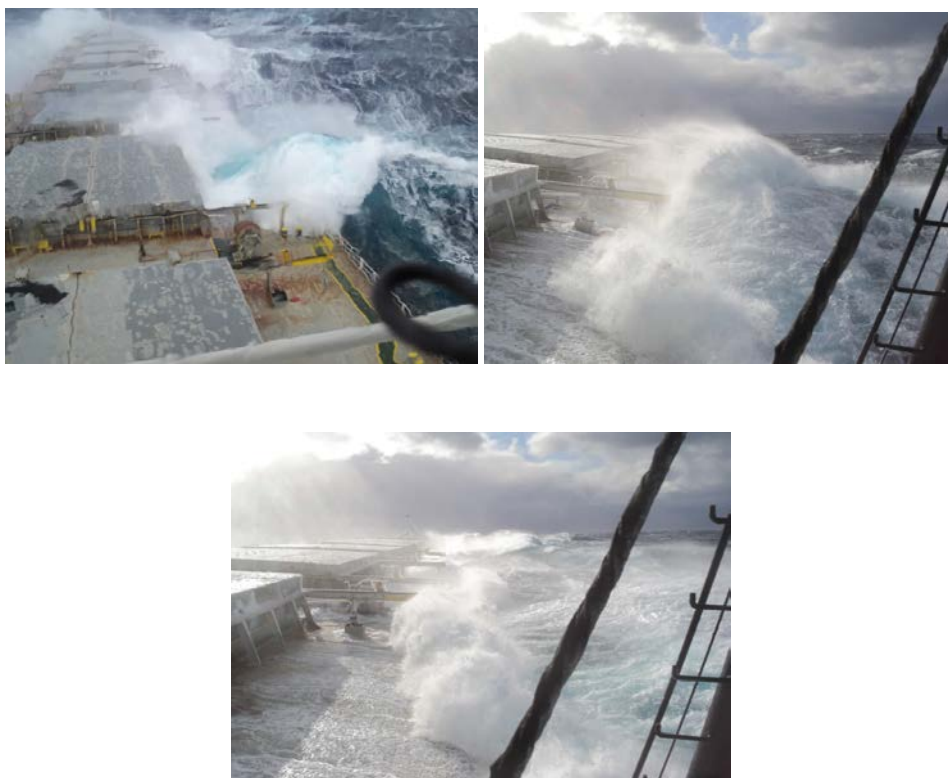


Рис. 1. Вплив погодних умов на посадку корпусу судна

гребені хвилі, що приведе до значного вигину або прогину корпусу судна, що відгукнеться значною посадкою корпусу судна (рис. 3). Під час плавання судна на схвильованій поверхні на його корпус діють сили підтримки, що увесь час міняють свою величину на окремих ділянках довжини судна. Максимального значення ці сили досягають тоді, коли судно йде курсом, перпендикулярним напрямку хвилі, довжина якої дорівнює довжині судна. Під час проходження вершини хвилі у міделя, в середній частині корпусу утворюються надмірні сили підтримки з недоліком їх в краях.

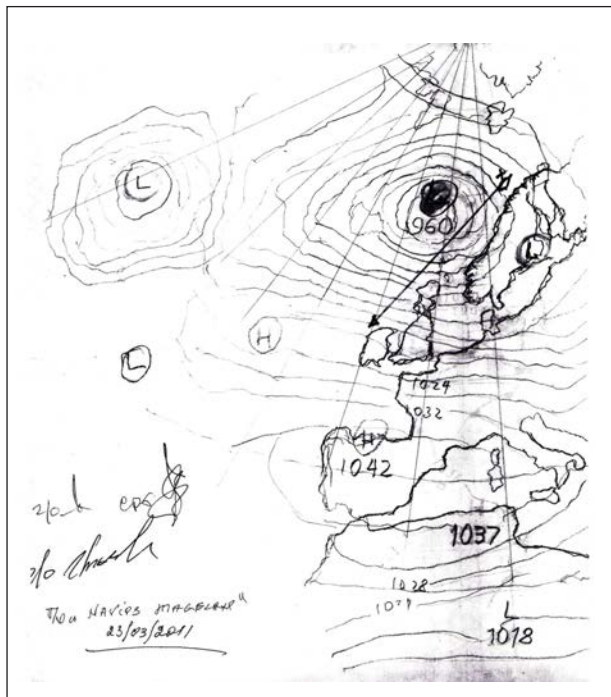


Рис. 2. Факсимільна карта погоди фактичного розташування судна під час плавання поблизу циклону

За такої сили вітру і хвилювання море перетворюється на вируючу, киплячу субстанцію, піна витягується в лини моря, що покривають усю поверхню, вода набуває білого кольору (рис.1). Уздовж корпусу судна утворюються завихрення і дрібні смерчі, які піднімають воду над головною палубою судна. У таких умовах було помічено, що судно почало занурюватися у воду, в результаті висота надводного борту значно зменшилася, головна палуба занурилася аж до рівня моря (рис.1). На відміну від стану поверхні моря на периферії циклону, в його центрі вітер слабшає, втрачає чіткий напрям, і висота брижів знижується. Суцільна хмарність закриває небо до самого горизонту так, що здається настала ніч, і це обідньої пори. У самому центрі утворюється кругле вікно, спостерігається блакитне небо – «око» або «око циклону», через яке пробиваються промені Сонця.

Спостерігаючи подібні погодні умови, можна побачити, як вода насичується великою кількістю повітря – морська вода ніби «газується», що призводить до зниження величини виштовхуючих сил води (сил підтримки) і в результаті до зменшення висоти надводного борту, втрати запасу плавучості.

### ВИСНОВКИ

У цій статті запропоновано розв'язок важливої задачі судноводіння з поліпшення властивостей плавучості і непотоплюваності судна під час плавання поблизу центру штормів, що дозволяють забезпечити навігаційну безпеку. При цьому запас плавучості конструктивно забезпечується наданням судну належної висоти надводного борту і його водонепроникності. Всяке порушення непроникності знижує запас плавучості і може викликати катастрофічні наслідки. Таким чином, навіть невеликий корабель може мати досить міцний корпус і потужний двигун для активного протистояння штормовій стихії і, відповідно, безумовного виконання поставленого

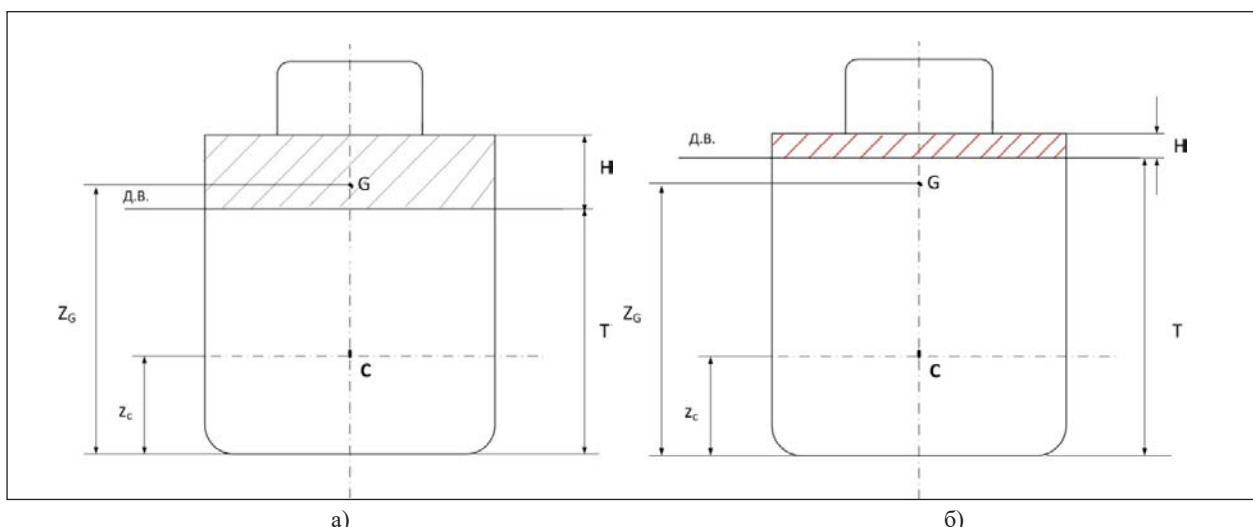


Рис. 3. Посадка судна: а - на відхід з порту; б - в час шторму (H – висота надводного борту, T - осадка)



завдання в режимі активної підтримки високої швидкості ходу і необхідної динаміки корпусу в умовах інтенсивного хвилювання і під ударами ураганних вітрів. Активна стабілізація хитами, а також динамічний вплив на посадку, крен і диферент судна з використанням плавникових заспокоювачів і автоматично керованого керма і рушіїв принципово можливі за умови, що форма корпусу і архітектура надбудов забезпечать пасивне зниження інтенсивності силової взаємодії корпусу з морським хвилюванням. Крім того, слід враховувати, що навіть не-

задрасні двері на верхній палубі або відкриті ілюмінатори можуть різко зменшити запас плавучості. Капітанові слід завчасно підготувати судно і екіпаж до плавання в екстремальних умовах, передусім приділити належну увагу головній палубі – від бака і до корми. Особливу увагу слід приділити під час плавання в районі малих глибин, коли осідання судна може збільшуватися до висоти борту судна. В такому разі курс судна повинен проходити в районі з достатнім запасом глибин під кілем, щоб уникнути торкання ґрунту.

#### REFERENCES

- [1] Iershov, A. A.(2013). Vid “Tytanika” do „Costa Concordia”. Nevykorystani mozhlyvosti dlia poriatunku. LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Deutschland
- [2] Iershov, A.A.(2015). Vdoskonalennia metodiv zabezpechennia bezpeky shtormovoho plavannia sudiv[Morska tekhnika i tekhnolohiia]. Visnyk AHТУ, no. 3. pp. 7–14.
- [3] Khrumushyn, V.N.(2004). Poshukovi doslidzhennia shtormovoho moreplavstva. Visnyk DVO RAN, no. 1, pp. 26–39
- [4] Kondratieva L.Yu.(2016). Porivnialna kharakterystyka morekhidnykh yakosteï riznykh typiv patrolnykh sudiv. Naukovyi visnyk Khersonskoi derzhavnoi morskoi akademii, no. 2 (15) , pp. 32–38.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Ершов, А. А. (2013). Від «Титаніка» до «Costa Concordia». Невикористані можливості для порятунку. LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Deutschland, 146 с.
- [2] Ершов, А. А. (2015). Вдосконалення методів забезпечення безпеки штормового плавання судів. *Вісник АГТУ, Сер. : Морська техніка і технологія*. Астрахань. № 3, С. 7–14
- [3] Храмушин, В. Н. (2004). Пошукові дослідження штормового мореплавства. *Вісник ДВО РАН*. Владивосток. № 1. С. 26–39.
- [4] Кондратьєва, Л. Ю. (2016) Порівняльна характеристика морехідних якостей різних типів патрульних судів. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії* № 2 (15). 2. С. 32–38.